第45講　進化

■**進化**　…　生物の形質が世代を経るなかで変化していく現象
　　　　　　生物集団の遺伝的組成が変化していく現象

◆進化の証拠

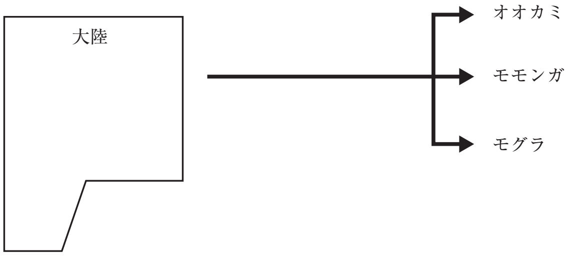
・化石的証拠
　時系列変化　…　ウマの指
　中間形化石　…　始祖鳥

・現存する器官の比較
　相同器官　…　現在の形態や機能は異なるが，起源が同じ器官
　　ex　脊椎動物の前肢

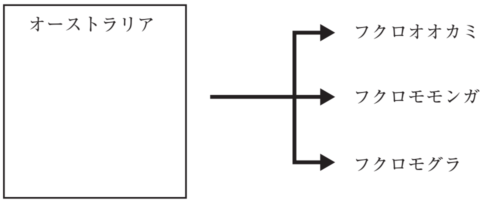
　相似器官　…　進化的な起源は異なるが，現在の外見や機能が類似する器官
　　ex　ジャガイモとサツマイモ　　バラのとげとサボテンのとげ

　痕跡器官　…　退化して機能を失った器官　ex　ヒトの尾骨，虫垂，動耳筋
　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　クジラの後肢の骨

・地理的分布　　ex　オーストラリアの有袋類の進化



適応放散
共通祖先が様々な環境に適応することで，多様に種分化すること



収束進化（収れん）
系統の異なる生物が，共通の環境に適応することで，形態的類似性を示すこと

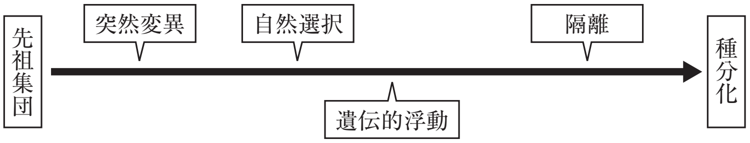
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■進化の仕組み

…　ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子の全体を遺伝子プールという。
突然変異によって遺伝子プールに供給された遺伝子の頻度は，自然選択や遺伝的浮動によって変化する。

・進化のしくみ



◆自然選択　…　より環境に適した個体の遺伝子が，集団中に広まっていく。（適応進化）
以下の3つの条件が成立すれば，自然選択による進化は必然的に起こる。

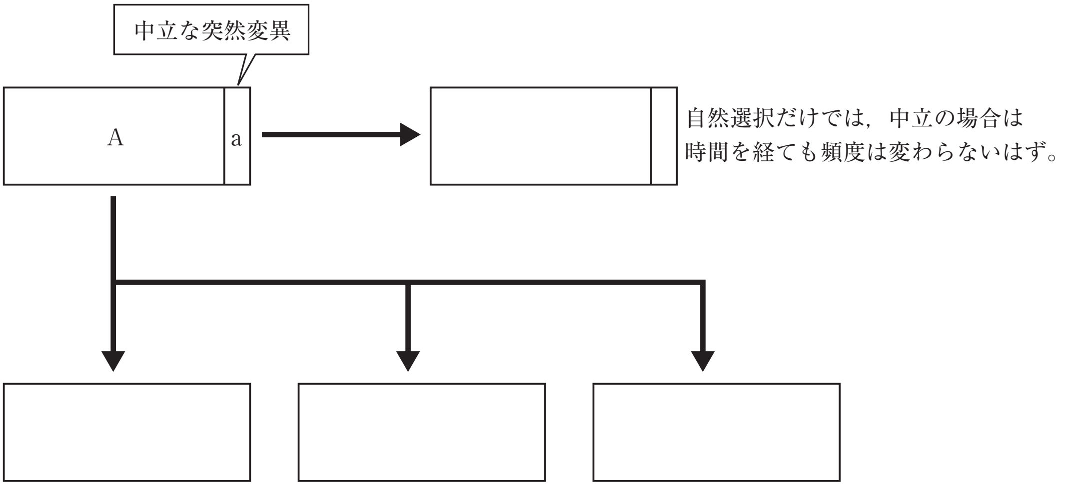
①集団内に変異が見られる。
②変異に応じて生存率や繁殖率に違いがある。
③変異が遺伝する。

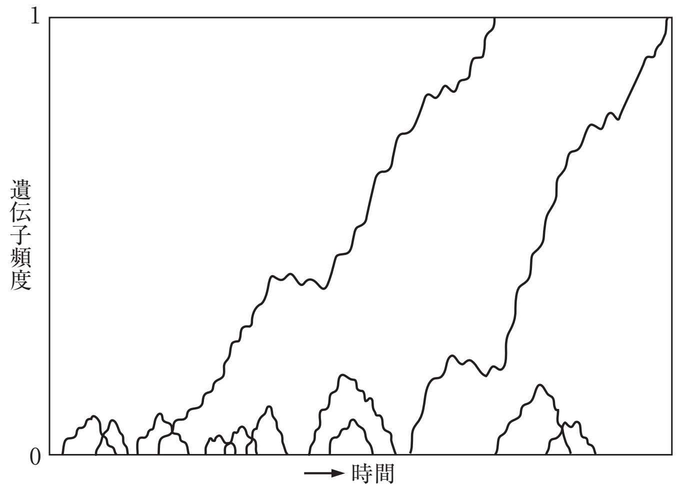
ex　オオシモフリエダシャクの工業暗化
田園地帯　…　灰白色の樹木の上で目立たない明色型が多い。
工業地帯　…　大気汚染で汚れて暗色となった樹皮の上で目立たない暗色型が多い。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆遺伝的浮動　…　分子レベルの変異の多くは中立であり，偶然の作用によっても集団中の遺伝子頻度は変化していく。（中立進化）　ex びん首効果





◆隔離

・地理的隔離　…　地理的に切り離されることで，2 集団間の往来がなくなること。

・生殖的隔離　…　生殖行動や生殖シグナルの変化によって，2 集団間で交配ができなくなること。

生殖的隔離が完全に成立することで両種は別種となり，種分化が起きたことになる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　演習問題

Ⅰ

ダーウィンはビーグル号に乗って世界各地を旅し，その途中に立ち寄ったガラパゴス諸島で，フィンチ類のくちばしの形態が島ごとに異なることに気づいた。これが，のちにa自然選択説を思いつくきっかけの１つであったといわれる。b南アメリカ大陸からわたってきた祖先が，環境の異なる島々にすみつき，自然選択によってそれぞれの島の食物に適したくちばしの形態をもったフィンチ類に分化したと考えられている。cその後，別々の島のフィンチ類が出会っても交雑することがなければ，それぞれは別の種として存続する。これが，多様な環境に適した形態や生態をもった多数の種に分化する過程の１つである。この過程を［㋐］という。

ガラパゴス諸島のフィンチ類の寿命は３年から４年で，おもに年１回繁殖し，２羽から３羽の子を残す。くちばしの大きさは遺伝し，くちばしが大きいと大きい種子を，小さいと小さい種子を効率よく食べることができる。

図１は，くちばしの大きさの異なる種１～３の３種類が繁殖している島Ａと，種子の大きさや密度の条件は似ているが，これら３種のうちでは種２しか繁殖していなかった島Ｂとの間で，それぞれの種のくちばしの大きさを1973年以前に採取された博物館の標本などを用いて比べた結果を示している。その後の，島Ｂにおける種２のくちばしの大きさの指標（その値はくちばしの長さや太さに比例する）の平均値の年変化が，図２に示されている。島Ｂでは1977年（矢印あ）に干ばつが起きて種子の量が極度に減少したが，翌年には回復した。また，1982年（矢印い）には，種３が島Ｂでも繁殖し始めた。

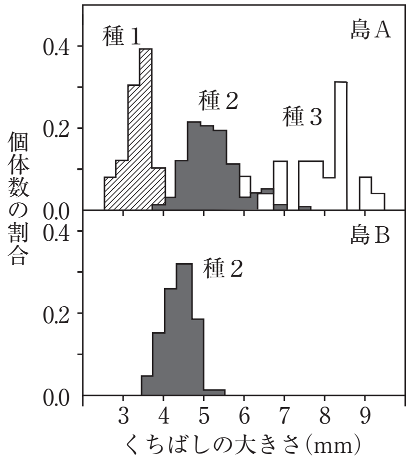


図１

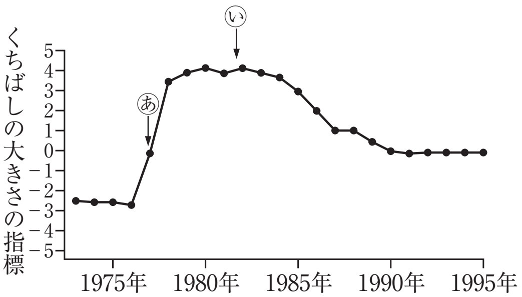


図２

Ⅱ

DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は，表現型の変化に反映しないことが多い。そのため，これらの変化は多くの場合，自然選択の上で有利でも不利でもないとする［㋑］説が，木村資生によって提唱された。このように，表現型の変化にあらわれない

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

DNAの塩基配列の違いや，自然選択を強く受けない遺伝子がある。これらの頻度は偶然によって集団中で変動することがある。これが［(ウ)］と呼ばれるもう1つの進化メカニズムである。このメカニズムは集団の大きさが［(エ)］場合に強く働く。

問1　文中の［(ア)］～［(エ)］に適当な語句を入れよ。なお，［(ア)］，［(イ)］，［(ウ)］は漢字で記せ。

問2　下線部aの自然選択説は複数の要素から成り立っている。その1つは，「生物はたくさんの子を産むが，子の形質にはばらつきがある」ことで，もう1つは，「形質は次の世代に伝えられる」ことである。その他の要素を35字以内で記せ。

問3　下線部bと下線部cにあてはまる，種分化を起こす隔離機構をそれぞれ漢字で記せ。

問4　図2をみると，1977年(矢印㋐)の前後でくちばしの大きさに変化が起きている。1976年から1981年の出来事に関する以下の①～⑤の記述のなかで**不適切なもの**を，すべて選び番号で答えよ。

①　1977年には，種子の量が減ったため，大きな種子しか利用できず，かなりの個体が死亡したので，個体数が減少した。

②　1977年には，大きな種子を食べざるをえなかったので，おのおのの個体のくちばしが発達して大きくなった。

③　1977年の前後で，くちばしの大きさを決める遺伝子の頻度に変化があり，この間に小進化が起こった。

④　1978年から1981年までくちばしが大きいままであった。これはくちばしの大きな親がより多くの子を残したためである。

⑤　1981年にはくちばしは平均的に大きかったが，その個体間のばらつきは，環境変異のために，1976年のくちばしの大きさのばらつきと同程度であった。

問5　図2に示した，1977年(矢印㋐)の前後，および1982年(矢印㋑)以降の種2のくちばしの大きさの変化から類推し，図1のように，島Aにおいて種2のくちばしの大きさが島Bより大きかった理由として適切なものを，次の①～④から1つ選び，番号で答えよ。

①　種3との食物をめぐる競争に勝つため。

②　種1との食物をめぐる競争をさけるため。

③　種3との交雑が頻繁であったから。

④　島Aでは大きな種子がたくさんあったから。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　確認テスト

生物の進化のしくみに関する文章（A・B）を読み，以下の問いに答えよ。

A

≪学説１≫

生物は本来多産であり，生まれてくる子はいろいろな変異をもっている。彼らが限られた食物などの厳しい環境・生活条件にさらされると，個体間の生存競争がおこり，より環境に適した形質をもつ個体が生き残り，繁殖の際に優位に立つ。この(a)自然選択が代々重なった結果として，生物は進化し，環境により適応した形質を獲得するようになる。

≪学説２≫

DNAの複製の誤りによる塩基配列の変化や染色体の形や数の変化など，いわゆる(b)突然変異によって遺伝情報が変化することがある。この突然変異の多くは，生物の生存に不利であるが，まれに有利なものもあり，それが生物の進化の要因になる。

問１　下線部(a)の例としてあてはまるものを，次の①～④の中からすべて選びなさい。

① 動物飼育室で捕獲されたハエの集団を検査してみると，DDTなどの殺虫剤に耐性をもっている個体が混じっていた。

② ガラパゴス諸島のフィンチ（鳥のヒワの一種）は，島によってそのくちばしの形が違っている。

③ 犬にはシェパード，チワワ，柴犬など数多くの品種があり，国際畜犬連盟では331種を正式な品種として公認している。

④ 1848年にイギリスのマンチェスターでは，オオシモフリエダシャク（蛾の一種）の暗色型は，集団内の１％のみであったが，その後工業化が進み，樹木の幹がばい煙によって黒ずむと，1898年には暗色型が集団内の99％を占めるようになった。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　下線部(b)に関する次の文章が示すものとして，最も適切なものを，次の①～④の中から選びなさい。

遺伝子の中には，自然選択に対して有利でも不利でもないものもある。例えばＡ遺伝子から突然変異によって生じたＢ遺伝子が，Ａ遺伝子とはアミノ酸配列がわずかに異なる酵素をつくったとしても，酵素活性には影響しないことがある。この場合，どちらの遺伝子とも個体の生存能力には影響しないので，両遺伝子に対して自然選択がはたらかない。このような有利でも不利でもない突然変異遺伝子が集団内における頻度を増やし，その集団内に定着するかどうかは偶然によると考えられる。

①　ド・フリース（オランダ）が唱えた環境変異
②　木村資生（日本）が唱えた中立説
③　ハーディ（イギリス）とワインベルグ（ドイツ）が唱えたハーディ・ワインベルグの法則
④　アリストテレス（ギリシャ）が唱えた自然発生説

B

同種の生物集団であっても，いろいろな遺伝子をもった個体が混ざり合っている。集団がもつ遺伝子の全体を［　1　］とよぶ。［　1　］の中に存在している遺伝子の割合が変化する主な要因としては(a)自然選択と［　2　］がある。［　2　］は偶然による変化である。［　2　］の影響が大きいと［　1　］の変化の多くは，生存や繁殖に対して有利にも不利にもならないと考えられる。このような考えを中立説という。生物が小集団に分かれると，集団間の［　1　］の違いが拡大しやすく，進化をより早くおしすすめる要因となる。集団の間で遺伝子の交流ができなくなることを［　3　］という。

問３　文中の［　1　］～［　3　］に当てはまる語句を下の選択肢より選択せよ。

①　突然変異	②　総合説	③　遺伝子プール	④　遺伝子型
⑤　遺伝的浮動	⑥　小進化	⑦　隔離	⑧　中立説

問４　下線部(a)の自然選択の例として，工業暗化とよばれる現象がある。19世紀中ごろのイギリスの工業地帯で，ガの一種であるオオシモフリエダシャクに見られた変化であり，暗色の個体が急速に増加した現象である。この現象の説明として，もっとも適切なものを下の選択肢より選択せよ。

①　大気汚染物質が体内に蓄積したことにより，暗色化が生じた。
②　大気汚染物質によって突然変異が誘発され，暗色化が生じた。
③　樹木が暗色化し，暗色型のオオシモフリエダシャクが捕食をうけにくくなった。
④　工業化とオオシモフリエダシャクの色とは関係がなく，偶然の変動であった。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　演習問題

問１　(ア)　適応放散　(イ)　中立　(ウ)　遺伝的浮動　(エ)　小さい

問２　形質のばらつき(変異)に応じて生存率や繁殖率に差が見られる。

問３　b　地理的(隔離)　c　生殖的(隔離)

問４　②，④

問５　②

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　確認テスト

問１　①，②，④　　問２　②

問３　1　③　　2　⑤　　3　⑦　　問４　③

【解説】

問１　自然選択とは，より環境に適した形質をもつ個体が生き残りより多くの子を残すことで，集団にその形質が広まっていくことをさす。①は殺虫剤に耐性をもった個体の方が動物飼育室という環境で生存しやすく，その形質がより選択された結果と考えることができる。②についても，ガラパゴス諸島のフィンチが島によってそのくちばしの形が違っているのは，各々の島の環境に応じた自然選択が働いたためである。③について，品種改良は人為選択である。より環境に適した個体が選択されている訳ではない。④のオオシモフリエダシャクの工業暗化は，自然選択の過程が実証的に示せた例である。

問２　分子レベルの突然変異の多くは中立で,個体の生存率に影響を与えない。この場合，自然選択のみが遺伝子頻度を変化させる要因だとすると，この中立な突然変異遺伝子の頻度はいくら時間が経過しても変化しないことになる。しかし，実際にはさまざまな偶然的要因によって遺伝子頻度は変化し，場合によっては集団に固定する。このような偶然の作用による遺伝子頻度の変化を遺伝的浮動といい，遺伝的浮動を進化の主因とする説を中立説という。中立説は木村資生によって唱えられた。

問３　集団を個体の集合でなく，遺伝子の集まりとしてとらえたものを遺伝子プールといい，集団全体の遺伝子座を占める対立遺伝子の頻度で表される。遺伝子プールを構成する遺伝子の頻度が変化する要因は，自然選択か遺伝的浮動である。遺伝的浮動は偶然の作用による遺伝子頻度の変化であり，集団が小さくなることでその影響は大きくなる。生物が小集団に分けられると，淘汰の方向にも差が生まれやすく，遺伝的浮動の影響も大きくなるため，集団間の遺伝子プールの違いが拡大しやすくなる。これはすなわち，進化が起こりやすくなるということである。集団間での遺伝子の交流ができなくなることを隔離という。

問４　田園地帯のオオシモフリエダシャクには白色個体が多いが，工業地域では暗色個体が多く見受けられる。これは，工場からの粉じんによって黒くなった樹皮の上では暗色個体の方が敵に見つかりにくく，自然選択が暗色の形質に有利に働いたためである。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。